

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

Diabetes adalah penyakit kronis yang kompleks yang membutuhkan perawatan medis berkelanjutan dengan strategi multifaktor untuk mengurangi risiko di luar kontrol glikemik (ADA, 2018). Diabetes Melitus adalah salah satu jenis penyakit degeneratif yang mengalami peningkatan setiap tahun di negara-negara seluruh dunia dan menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat (IDF, 2012).

Menurut Perkeni 2015, Diabetes Melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya.

B. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan penyakit hiperglikemi akibat insensivitas sel terhadap insulin. Kadar insulin mungkin sedikit menurun atau berada dalam rentang normal. Karena insulin tetap dihasilkan oleh sel-sel beta pankreas, maka diabetes melitus tipe II dianggap sebagai non insulin dependent diabetes melitus (Corwin, 2019).

1. Patofisiologi

Diabetes melitus tipe 2 adalah DM yang tidak tergantung insulin. Pada tipe ini, pada awalnya kelainan terletak pada jaringan perifer (resistensi insulin) dan kemudian disusul dengan disfungsi sel beta pankreas (gangguan sekresi insulin), yaitu sebagai berikut : (Tjokroprawiro, 2007)

- a. Sekresi insulin oleh pankreas mungkin cukup atau kurang, sehingga glukosa yang sudah diabsorpsi masuk ke dalam darah tetapi jumlah insulin yang efektif belum memadai.
- b. Jumlah reseptor di jaringan perifer kurang (antara 20.000-30.000) pada obesitas jumlah reseptor bahkan hanya 20.000.
- c. Kadang-kadang jumlah reseptor cukup, tetapi kualitas reseptor jelek, sehingga kerja insulin tidak efektif (insulin binding atau afinitas atau sensitifitas insulin terganggu).

- d. Terdapat kelainan di pasca reseptor sehingga proses glikolisis intraselluler terganggu.
- e. Adanya kelainan campuran diantara poin a,b,c dan d.

Jika insulin tidak ada atau berjumlah sedikit, maka glukosa tidak akan masuk ke dalam sel dan akan terus berada di aliran darah yang akan mengakibatkan keadaan hiperglikemia (Sugondo, 2009). Resistensi insulin pada Diabetes Melitus Tipe 2 disertai dengan reaksi penurunan reaksi intrasel. Oleh karena itu insulin tidak dapat bekerja dengan optimal untuk menstimulasi pengambilan glukosa oleh jaringan.

2. Tatalaksana Diet DM Tipe 2

DM Tipe 2 dapat dicegah dengan tidak hanya berfokus pada pengobatan, tetapi juga pencegahan melalui upaya preventif dan promosi kesehatan. Tatalaksana farmakologi diberikan pada penderita DM Tipe 2 setelah pilar penatalaksanaan terapi nutrisi dan aktivitas fisik tidak memberikan dampak terhadap tujuan tatalaksana. Penatalaksanaan terapi gizi dapat dilakukan dengan pengendalian kadar glukosa darah dengan cara memperlambat pengosongan lambung dan aktivitas enzim pencernaan menggunakan matrik jaringan pada serat pangan dan menghambat penyerapan dengan mengaktifkan Sodium Glukosa Co transport. Nadimin et al. (2012) dalam penelitiannya menjelaskan terjadi penurunan kadar glukosa darah sewaktu dan puasa sesudah pemberian diet DM tinggi serat. Selain itu, terapi gizi juga dapat dilakukan dengan peningkatan sensitivitas insulin dan peningkatan produksi insulin dari sel β pankreas. Pratiwi (2015) dalam penelitiannya menyebutkan pemberian diet bahan makanan bersumber amilopektin 200 mg/kgBB pada tikus DM dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kadar glukosa darah.

Pegagan (*Centella Asiatica L.*) merupakan golongan tanaman lokal yang dapat dijadikan alternatif tata laksana gizi penderita diabetes dengan berbagai kemanfaatan yang terkandung didalamnya. Selain mudah didapatkan karena termasuk tanaman yang dapat hidup di berbagai wilayah, pegagan juga dikenal masyarakat Jawa Barat

sebagai salah satu tanaman untuk lalapan. Efek ekstrak pegagan sebagai antidiabetic telah terbukti efektif dalam berbagai percobaan *in-vivo*. Kabir et al. (2014) dalam penelitiannya menyebutkan setelah 28 hari studi *Centella asiatica* L. dengan tiga dosis ekstrak (dosis 250 mg/KgBB, 500 mg/KgBB, dan 1000 mg/KgBB) yang diberikan dua kali sehari pada tikus diabetes tipe 2. Dosis 1000 mg/KgBB menunjukkan penurunan serum glukosa yang signifikan ($p < 0,05$). Akan tetapi proses ekstraksi pegagan pada dasarnya menghilangkan keunggulan kandungan pegagan lainnya yaitu kandungan serat larut dan bioaktifnya yaitu: triterpenoid dan asiaticosida yang bermanfaat dalam tatalaksana diabetes melitus tipe 2.

C. Pegagan

1. Gambaran Umum

Pegagan (*Centella asiatica* L) merupakan tanaman herba tahunan yang tumbuh di daerah tropis dan berbunga sepanjang tahun. Pegagan berbentuk herba tahunan yang aromatik. Batangnya sangat pendek dari batang tumbuh geragih atau stolon yang melata di permukaan tanah dengan panjang 10-15 cm. Daun tunggal, tersusun dalam bentuk roset yang terdiri dari 2-10 lembar daun, kadang-kadang agak berambut. Tangkai daun panjangnya sampai 40 cm, selain daun berbentuk ginjal, lebar dan bundar dengan garis tengah sampai 10 cm, pinggir daun beringgit dan bergerigi. Pangkal dari tangkai daun melekok ke dalam dan melebar seperti pelepah. Tulang daun menjari dan akar bercabang. Bunga berbentuk payung tunggal, biasanya tersusun dari 3 bunga. Tangkai bunga panjangnya 5-50 mm, lebih pendek dari tangkai daun. Daun pelindung berjumlah 2 dan panjangnya 3-4 mm berbentuk telur (BPOM RI, 2010).



Gambar 1. Pegagan (*Centella asiatica* L)

2. Mutu Kimia Serbuk Kering Pegagan per 100 gram

Tabel 1. Kandungan gizi serbuk kering pegagan

Mutu Kimia	Kadar
Kalori	193,4
Air (%)	7,31
Protein (%)	21,03
Lemak (%)	5,12
Karbohidrat (%)	15,87
Serat (%)	45,56
Abu (%)	15,38
Kalsium (mg/100g)	2697,99
Besi (mg/100g)	40,52
Selenium (mcg/100g)	33,42
Betakaroten (ppm)	317,56

Sumber : Erda, 2011

3. Kandungan Senyawa Aktif

Menurut Winarno dan Surbakti (2003), pegagan mengandung berbagai bahan aktif, yaitu: triterpenoid saponin, triterpenoid genin, minyak atsiri, flavonoid, fitosterol, dan bahan aktif lainnya. Kandungan bahan aktif yang terpenting adalah triterpenoid dan saponin, yang meliputi: asiatikosida, sentelosida, madekosida, dan asam asiatik serta komponen lain seperti minyak volatil, flavanoid, tanin fitosterol, asam amino, dan karbohidrat.

Pramono (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kadar asiatikosida pada 100 gram ekstrak herba pegagan mengandung 1,34%. Triterpenoid saponin pada pegagan berfungsi untuk meningkatkan aktivitas makrofag yang menyebabkan meningkatnya

fagositosis dan sekresi interleukin. Sekresi interleukin ini akan memacu sel β untuk menghasilkan antibodi (Besung, 2009). Bahan triterpenoid saponin mampu memacu produksi kolagen I, yaitu protein pemacu proses penyembuhan luka (Winarto, 2003). Triterpenoid juga terbukti secara klinis pada kasus hipertensi angiopati, keloid dan *scar*, *anxiety*, *venous insufficiency*, *echolucency in carotid and femoral plaques*, *airline flight microangiopathy*, *eczema*, *leprosy*, psoriasis, dan antidiabetik (Chauhan et al., 2010). Triterpenoid herba pegagan dapat digunakan sebagai obat diabetes mikroangiopati dengan meningkatkan mikrosirkulasi dan menurunkan permeabilitas pembuluh darah kapiler (Jamil et al., 2007). Hasil ekstraksi pemisahan triterpenoid pada zat lain diproduksi 206.56 g ethanolic ekstrak dari 1 kg *Cantella asiatica* daun kering bubuk dengan 20.66% rendemennya (Harwoko et al., 2014).

Asiatikosida mampu bekerja dalam detoksifikasi pada hati dan merupakan *marker* dalam penentuan standar baku pada pegagan. Selain itu bahan aktif asiatikosida diketahui mempercepat penyembuhan luka dengan jalan meningkatkan kandungan hidroklorin dan mukopolisakarida yang merupakan bahan untuk mensintesis matriks ekstra seluler, serta dapat juga meningkatkan produksi antioksidan baik dari golongan enzimatik dan non enzimatik (Kusumawati, 2007). Madekossida juga berperan penting karena mampu memperbaiki kerusakan sel dengan sintesis kolagen (Selfitri, 2008).

Studi *in vitro* yang melibatkan pengujian serat menunjukkan bahwa glukosa terikat oleh serat *Centella asiatica L.* bahkan pada konsentrasi glukosa yang sangat rendah. Serat makanan mampu secara signifikan mengurangi waktu transit di GI Tract makanan yang tertelan, mengurangi waktu transit dapat diartikan sebagai waktu yang lebih rendah untuk di-dan polisakarida dalam makanan untuk dicerna dan diserap (Kabir et al., 2014). Penelitian Nadimin, dkk (2009) menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah sewaktu dan puasa sesudah pemberian diet DM tinggi serat.

Diabetes melitus dikaitkan dengan peningkatan pembentukan radikal bebas dan penurunan potensi antioksidan (Rahimi et al., 2005). Stres oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia dan asam lemak

bebas menyebabkan resistensi insulin, disfungsi sel beta, dan komplikasi diabetes akhir (Evans et al., 2002).

Hiperglikemi dapat memicu stres oksidatif pada ginjal yaitu meningkatkan *reactive oxygen spesies* (ROS), reactive nitrogen spesies (RNS), perisidoksi lipid, karbonilasi protein serta menurunkan pertahanan antioksidan intraselular (Nazaruk et al., 2014).

Ekstrak etanol herba pegagan memiliki aktivitas antidiabetes dengan dosis 200 mg/kg BB pada tikus wistar jantan yang terinduksi streptozotosin (50 mg/kg BB) setara dengan glibenklamid sebesar 500 µg/kg BB. Pada dosis ini selain memiliki aktivitas antidiabetes juga mampu menurunkan berat badan hewan uji, kadar urea, protein, total lipid, dan kolesterol darah (Gayathri et al., 2011). Upaya pengobatan diabetes melitus, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak etanol pegagan terbukti dapat mengendalikan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2. Kabir et al (2014) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa setelah 28 hari studi kronis *Centella asiatica* (tiga dosis ekstrak, diberikan dua kali sehari) pada tikus diabetes tipe 2 dosis 1000 mg/KgBB menunjukkan penurunan serum yang signifikan tingkat glukosa ($p < 0,05$).

D. Labu Kuning

1. Gambaran Umum

Labu kuning (*Cucurbita moshata*) merupakan jenis tanaman menjalar dari famili *curcubitacea*. Pada bagian tengah labu kuning terdapat biji yang diselimuti lendir dan serat. Biji ini berbentuk pipih dengan kedua ujung yang meruncing. Bentuk buah labu kuning ini bermacam macam tergantung dari jenisnya, ada yang berbentuk bokor (bulat pipih, beralur), oval, panjang dan piala. Berat buah labu kuning rata-rata 2-5 kg/buah, dan ada yang mencapai 30 kg/buah untuk labu kuning jenis tertentu. Tekstur daging buah tergantung jenisnya ada yang halus, padat, lunak, dan mumpur (Sudarto, 1993).



Gambar 2. Labu Kuning (*Curcubita moschata*)

Daging buah labu kuning memiliki komponen bioaktif seperti polisakarida, protein, peptide, paraaminobenzoic acid, komponen fenol, terpenoid dan sterols (Kuhlmann dkk, 1999 dalam Ahmed dkk, 2014). Komponen bioaktif tersebut bermanfaat sebagai antidiabetic dan memiliki sifat hypoglycaemic aktif (Adams dkk, 2011).

2. Mutu Kimia Tepung Labu Kuning

Tabel 2. Mutu kimia tepung labu kuning per 100 gram

Mutu Kimia	Kadar (%)
Protein (%)	7,8
Lemak (%)	3,6
Karbohidrat (%)	79,6
Serat kasar (g)	12,1
Vit. A (μg)	262

Sumber: Saeleaw dan Gerhard, 2011

Tepung labu kuning mempunyai kualitas tepung yang baik karena mempunyai sifat gelatinisasi sehingga dapat membentuk adonan dengan konsistensi, kekenyalan, viskositas, maupun elastisitas yang baik, sehingga adonan yang dihasilkan akan berkualitas baik. Tepung labu kuning berpotensi sebagai pendamping terigu dalam berbagai produk olahan pangan sehingga produk olahan yang ditambah dengan tepung labu kuning mempunyai warna dan rasa yang menarik (Hendrasty, 2003)

E. Susu Sereal

1. Gambaran Umum

Flakes merupakan bentuk awal dari produk sereal siap santap. Secara tradisional, pembuatan produk *flakes* dilakukan dengan mengukus biji sereal yang sudah dihancurkan (kurang lebih sepertiga dari ukuran awal biji) pada kondisi bertekanan selama dua jam atau lebih lalu dipipihkan di antara dua rol baja. Setelah itu dikeringkan dan dipanggang pada suhu tinggi (Tribelhorn, 1991).

Menurut Tribelhorn (1991), produk sereal sarapan dapat dikelompokkan berdasarkan sifat fisik alami dari produk. Sereal yang ada di pasaran dikategorikan menjadi lima jenis, yaitu:

- a. Sereal tradisional yang memerlukan pemasakan, adalah sereal yang dijual di pasaran dalam bentuk bahan mentah yang telah diproses. Biasanya dalam bentuk sereal yang biasa dikonsumsi panas.
- b. Sereal panas instan tradisional, yaitu sereal yang dijual dalam bentuk biji-bijian atau serbuk yang telah dimasak dan hanya memerlukan air mendidih dalam persiapannya.
- c. Sereal siap santap, yaitu produk yang telah diolah dan direkayasa menurut jenis atau bentuk diantaranya *flaked*, *puffed*, dan *shredded*.
- d. *Ready-to-eat cereal mixes*, yaitu produk sereal yang telah diolah bersama biji-bijian atau kacang-kacangan, serta buah kering.
- e. Berbagai macam produk sereal sarapan yang tidak dapat dikategorikan dengan keempat jenis di atas karena proses khusus dan atau kegunaan akhirnya. Contoh dari jenis ini adalah *cereal nuggets* dan makanan bayi.

Biji-bijian dari kelompok sereal memiliki peranan penting dalam pembuatan sereal sarapan pagi. Umumnya sereal ini terbuat dari endosperma gandum, jagung, beras dan oats. Namun sereal yang lebih populer adalah siap saji. Dalam hal ini, endosperma dihaluskan terlebih dahulu dan dibentuk menjadi lempengan (*flakes*) dengan menyelipkan dengan adonan yang telah tercampur ke sebuah roller.

2. Bahan Pembuatan Susu Sereal

A. Tepung Terigu

Tepung terigu adalah salah satu bahan yang mempengaruhi proses pembuatan adonan dan menentukan kualitas akhir produk berbasis tepung terigu. Tepung terigu lunak cenderung membentuk adonan yang lebih lembut dan lengket. Sebaiknya menggunakan tepung terigu protein rendah (7-9%). (Farida et al, 2008).

B. Gula

Fungsi gula dalam proses pembuatan *adonan* selain sebagai pemberi rasa manis, juga berfungsi memperbaiki tekstur dan memberikan warna. Dengan adanya gula, maka waktu pembakaran harus sesingkat mungkin agar tidak hangus karena sisa gula yang masih terdapat dalam adonan dapat mempercepat proses pembentukan warna (Farida et al, 2008).

C. Lemak

Di dalam adonan, lemak memberikan fungsi shortening dan fungsi tekstur sehingga menjadi lebih lembut. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pemberi flavor. Lemak yang biasanya digunakan adalah mentega (*butter*) dan margarin, bisa ditambahkan dengan santan. Margarin berfungsi untuk menghalangi terbentuknya gluten. Prosentase lemak sebanyak 65 – 75% dari jumlah tepung ini akan menghasilkan kue yang rapuh, kering, gurih dan warna kue kuning mengkilat. Penggunaan lemak berlebih mengakibatkan kue melebar dan mudah hancur, sedangkan jumlah lemak terlalu sedikit akan menghasilkan tekstur keras dengan rasa seret dimulut (Farida et al, 2008).

D. Telur

Telur berpengaruh terhadap tekstur hasil dari fungsi emulsifikasi, pelembut tekstur, dan daya pengikat. Penggunaan kuning telur memberikan tekstur yang lembut. Telur digunakan untuk menambah rasa dan warna. Telur juga membuat produk lebih mengembang karena menangkap udara selama pengocokan. Putih telur bersifat sebagai pengikat/pengeras. Kuning telur bersifat sebagai pengempuk (Farida et al, 2008).

E. Susu

Susu skim berbentuk padatan (serbuk) memiliki aroma khas kuat. Susu skim berfungsi memberikan aroma, memperbaiki tesktur dan warna permukaan. Laktosa yang terkandung di dalam susu skim merupakan disakarida pereduksi, yang jika berkombinasi dengan protein melalui reaksi maillard dan adanya proses pemanasan akan memberikan warna coklat menarik setelah dipanggang (Farida et al, 2008).

Menurut Utami (2009), susu bubuk berlemak (*full cream*) adalah produk susu berbentuk bubuk yang diperoleh dari susu cair, atau susu hasil pencampuran susu cair dengan susu kental atau krim bubuk, atau susu hasil pencampuran susu cair dengan susu kental atau susu bubuk, yang telah dipasteurisasi dan melalui proses pengeringan. Susu jenis ini kadar lemak susunya tidak kurang dari 26% dan kadar airnya tidak lebih dari 5%.

3. Syarat Mutu Susu Sereal

Tabel 4. Syarat mutu susu sereal menurut SNI 01-4270-1996

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
a. Bau	-	Normal
b. Rasa	-	Normal
c. Air	% b/b	Maks. 3,0
d. Abu	% b/b	Maks 4
e. Protein	% b/b	Min. 5
f. Lemak	% b/b	Min. 7,0
g. Karbohidrat	% b/b	Min. 60,0
h. Serat kasar	% b/b	Maks. 07
i. Bahan tambahan makanan :		
1. Pemanis buatan (sakarín dan siklamat)	-	Tidak boleh ada
2. Pewarna tambahan	-	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995
j. Cemarán logam		
1. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0
2. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks.30,0
3. Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
4. Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
5. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
k. Cemarán arsen	mg/kg	Maks. 1,0
l. Cemarán mikroba		
1. Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 5 x 10 ⁵
2. Coliform	APM/g	Maks. 10 ⁴
3. E.Coli	APM/g	Maks. < 3
4. Salmonella /25g	-	Negatif
5. Staphilococcus aureus/g	-	Negatif
6. Kapang	koloni/g	Maks. 10 ²

Sumber: Standar Nasional Indonesia 1996

Nutrisi oral disebut juga dengan diet, atau pola makan, atau perencanaan makan yang direkomendasikan oleh Perkeni, 2015 dengan 2100 Kkal yang telah dicantumkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Diet Perkeni

Komposisi dan Sifat	Diet-Perkeni
Karbohidrat	45-65% terutama karbohidrat berserat tinggi
Protein	10-20%
Lemak	20-25%
Kolesterol per hari	<200 mg
Natrium per hari	<2300 mg
Serat	20 – 35 gram /hari
Frekuensi per hari	6 kali
% Distribusi per hari	20%, 10%, 25%, 10%, 25%, 10%
10% = Snack	(1) (2) (3) (4) (5) (6)

Sumber : Perkeni, 2015

F. Mutu Organoleptik

Pengujian organoleptik disebut penilaian indera merupakan suatu cara penilaian dengan memanfaatkan panca indera manusia untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk makanan, minuman ataupun obat. Pengujian organoleptik berperan penting dalam pengembangan produk. Evaluasi sensorik dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dalam produk atau bahan-bahan formulasi, mengidentifikasi area untuk pengembangan, mengevaluasi produk pesaing, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan, dan memberikan data yang diperlukan untuk promosi produk. (Nasiru, 2011).

Untuk melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panelis. Panelis merupakan anggota panel atau orang yang terlibat dalam penilaian organoleptik dari berbagai kesan subjektif produk yang disajikan. Panelis merupakan instrumen atau alat untuk menilai mutu dan analisa sifat-sifat sensorik suatu produk. (Soekarto, 2002). Mutu organoleptik *flakes* yang diuji diantaranya rasa, warna, aroma, *mouthfeel*.

G. Mutu Kimia

1. Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (wet basis) atau berdasarkan berat kering (dry basis). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen. (Syarif dan Halid, 1993). Tabrani (1997), menyatakan bahwa kadar air merupakan pemegang peranan penting, kecuali temperatur maka aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya ketiga proses tersebut memerlukan air dimana telah diketahui bahwa hanya air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses tersebut. Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase berat bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100gr bahan disebut kadar air berat basah.

2. Kadar Abu

Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan makanan olahan. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan organik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral, unsur-unsur tersebut juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Kadar abu dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Bahan-bahan organik dalam proses pembakaran akan terbakar tetapi komponen anorganiknya tidak, karena itulah disebut sebagai kadar abu (Balittra, 2015).

Penentuan kadar abu total dapat digunakan untuk menentukan baik atau tidaknya suatu pengolahan, mengetahui jenis bahan-bahan yang digunakan, menentukan parameter nilai gizi suatu bahan makanan. Kandungan abu dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan dan keaslian bahan yang digunakan. Dalam proses pengabuan suatu bahan, ada dua macam metode yang dapat dilakukan, yaitu cara kering (langsung) dan cara tidak langsung (cara basah) (Balittra, 2015).

H. Mutu Gizi

1. Protein

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen; beberapa asam amino di samping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, sulfur, iodium, dan kobalt. Molekul protein lebih kompleks daripada karbohidrat dan lemak dalam hal berat molekul dan keanekaragaman unit-unit asam amino yang membentuknya (Almatsier, 2009).

Dalam kualifikasi protein berdasarkan sumbernya terdapat protein hewani dan protein nabati. sumber protein hewani dapat berbentuk daging dan alat-alat dalam seperti hati, pankreas, ginjal, paru, jantung, dan jeroan. Susu dan telur termasuk sumber protein hewani berkualitas tinggi. Ikan, kerang-kerangan dan jenis udang merupakan kelompok sumber protein yang baik, karena mengandung sedikit lemak; tetapi ada alergi terhadap beberapa jenis sumber protein hasil laut ini. Ayam dan jenis burung lain serta telurnya, juga merupakan sumber protein hewani berkualitas baik (Almatsier, 2009).

Perkeni (2015) menyatakan bahwa kebutuhan protein bagi penderita diabetes yaitu 10-20% dari total kebutuhan energi. Sumber protein yang baik untuk penderita diabetes adalah ikan, udang, cumi, daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan, tahu dan tempe. Pada pasien dengan nefropati diabetik perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/kg BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi, dengan 65% diantaranya bernilai biologik tinggi. Kecuali pada penderita DM yang sudah menjalani hemodialisis asupan protein menjadi 1-1,2 g/kg BB perhari.

2. Lemak

Lemak adalah sekelompok ikatan organik yang terdiri atas unsur-unsur *Carbon* (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O), yang mempunyai sifat dapat larut dalam zat-zat pelarut tertentu (zat pelarut lemak). Lemak yang

mempunyai titik lebur tinggi bersifat padat pada suhu kamar, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah, bersifat cair (Sediaoetama, 2012).

Menurut sumbernya, lemak dibedakan menjadi lemak hewani dan lemak nabati. Lemak nabati berasal dari bahan makanan tumbuh-tumbuhan, sedangkan lemak hewani berasal dari hewan, termasuk telur, ikan, dan susu. Kedua jenis lemak ini berbeda dalam jenis asam lemak yang menyusunnya. Lemak nabati mengandung asam lemak tak jenuh, yang menyebabkan titik cair yang lebih rendah, dan dalam suhu kamar berbentuk cair, disebut minyak. Lemak hewani mengandung lebih banyak asam lemak jenuh, yang mengakibatkan dalam suhu kamar berbentuk padat. Lemak berbentuk padat inilah yang biasa disebut lemak/gaji (Sediaoetama, 2012).

Perkeni (2015) menyebutkan bahwa asupan lemak untuk penderita diabetes yaitu 20-25% dari total kebutuhan kalori. Bahan makanan yang perlu dibatasi adalah yang banyak mengandung lemak jenuh dan lemak trans antara lain daging berlemak dan susu *fullcream*. Konsumsi kolesterol dianjurkan < 200 mg/hari.

3. Karbohidrat

Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul yang berbeda-beda, meski terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Semua karbohidrat terdiri atas unsur-unsur *Carbon* (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O), yang pada umumnya mempunyai rumus kimia $C_n(H_2O)_n$. Dari sudut fungsi, karbohidrat adalah penghasil utama energi dalam makanan maupun di dalam tubuh. (Sediaoetama, 2012).

Karbohidrat yang terdapat di dalam makanan pada umumnya ada tiga jenis, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Monosakarida dan disakarida terasa manis, sedangkan polisakarida tidak mempunyai rasa (tawar) (Sediaoetama, 2012).

Sumber utama karbohidrat di dalam makanan berasal dari tumbuh-tumbuhan, dan hanya sedikit saja yang termasuk bahan makanan hewani. Karbohidrat nabati di dalam makanan manusia terutama berasal dari timbunan, yaitu biji, batang, dan akar, sedangkan karbohidrat hewani

berbentuk glikogen, terutama terdapat di dalam otot (daging) dan hati (Sediaoetama, 2012).

Perkeni (2015) menyatakan bahwa Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi. Pembatasan karbohidrat total <130 g/hari tidak dianjurkan. Glukosa dalam bumbu diperbolehkan sehingga penyandang diabetes dapat makan sama dengan makanan keluarga yang lain. Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi. Pemanis alternatif dapat digunakan sebagai pengganti glukosa, asal tidak melebihi batas aman konsumsi harian (*Accepted Daily Intake/ADI*). Dianjurkan makan tiga kali sehari dan bila perlu dapat diberikan makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.

I. Mutu Fungsional

1. Kadar Serat Kasar

Serat termasuk jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh manusia. Serat (*dietary fiber*) dapat mengatasi sembelit dan dianjurkan penggunaannya, terutama pada orang yang baru selesai operasi wasir. Makanan berserat dianjurkan untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes, terutama serat yang larut dalam air. Serat jenis ini selain dapat memperlambat penyerapan glukosa setelah makan, juga mempengaruhi penyerapan lemak dari saluran pencernaan. Menurut jenisnya, makanan berserat dibagi menjadi dua golongan, yaitu serat larut air dan serat tidak larut dalam air (Dalimartha et.al, 2014).

Karbohidrat yang tidak dapat dicerna dipergunakan dalam pembuatan makanan rendah kalori, misalnya untuk menurunkan berat badan atau makanan bagi para penderita penyakit diabetes melitus (Sediaoetama, 2012).

2. Aktivitas Antioksidan

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*elektron donor*). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat di hambat (Winarti, 2010). Antioksidan dibutuhkan tubuh

untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Antioksidan adalah suatu senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi.

Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga apabila terbentuk banyak radikal maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Adanya kekhawatiran kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan.

Sabuluntika (2013) menyatakan bahwa antioksidan merupakan substansi yang dapat menetralkan aksi radikal bebas. Asupan tinggi antioksidan seperti vitamin C, E, selenium, beta-karoten, dan karotenoid lain dianjurkan pada penderita DM. Asupan antioksidan dalam bentuk suplemen tidak disarankan karena belum diketahui keamanan dan efisiensi penggunaan jangka panjang, sehingga lebih baik dikonsumsi dalam bentuk makanan. Keadaan hiperglikemia meningkatkan produksi radikal bebas yang menyebabkan resistensi insulin. Flavonoid berperan dalam menurunkan resistensi insulin dan meningkatkan sensitivitas insulin. Beta-karoten meningkatkan produksi antibodi sehingga melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat kerusakan oksidatif. Vitamin C dan E berperan dalam menurunkan radikal bebas dan memperlambat kerusakan oksidatif.

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan lipid, konsentrasi antioksidan, suhu, tekanan oksigen, dan komponen kimia dari makanan secara umum seperti protein dan air. Proses penghambatan antioksidan berbeda-beda tergantung dari struktur kimia dan variasi mekanisme. Dalam mekanisme ini yang paling penting adalah reaksi dengan radikal bebas lipid, yang membentuk produk non-aktif (Gordon, *et al.* 2001).

J. Nilai Energi

Almatsier (2009) menjelaskan bahwa energi dibutuhkan manusia untuk mempertahankan kehidupan, menunjang pertumbuhan, dan melakukan berbagai aktivitas fisik. Karbohidrat, protein, dan lemak yang terdapat di dalam bahan makanan akan menghasilkan energi. Nilai energi ditentukan oleh kandungan karbohidrat, lemak, dan protein suatu bahan makanan.

Nilai energi ditentukan dengan satuan kilokalori (kcal). Disamping mengkonsumsi makanan utama, *flakes* sebagai makanan tambahan diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi penderita diabetes melitus.